PART2 電磁誘導の例

目標　電磁誘導の例を見てみましょう。

Chapter1　電磁誘導の例1

電磁誘導の例1

鉛直上向きで一様な磁束密度 B の磁場中に，1 巻きの円形コイル (半径 a) を，図のように水平においた。コイルは変形しないものとする。

磁束密度 B を，時刻 $t = 0$ から $t = t_0$ までの間に $B = 0$ から $B = B_0 (B_0 > 0)$ まで一定の割合で増加させる場合を考える。

磁束密度が B のとき，コイルを貫く磁束は

$$\Phi = BS = B \times \pi a^2 = \pi B a^2$$

で，磁束の変化は

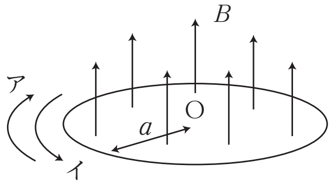
$$\Delta\Phi = \Delta B \cdot S = \Delta B \times \pi a^2$$

と書ける。

よって，円形コイルに発生する誘導起電力の大きさは，ファラデーの電磁誘導の法則より，

$$V = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \times \pi a^2 = \frac{B_0 - 0}{t_0 - 0} \times \pi a^2 = \underline{\qquad\qquad}$$

また，誘導電流は，**レンツの法則**と**右ねじの法則**より，**ア**の向きに流れる。



重要
磁束と磁束密度の関係
$\Phi = BS$

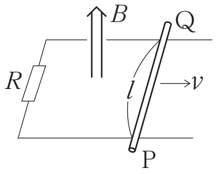
復習
半径 a の円の面積は，
πa^2

復習
ファラデーの電磁誘導の法則
$V = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

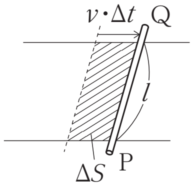
Chapter2　電磁誘導の例2

電磁誘導の例2

図のように水平面上に2本の十分に長い金属レールを固定し，抵抗値 R の抵抗をつないでおく。レールの幅は l とする。この空間内には磁束密度の大きさが B の一様な磁場が鉛直上向きにかけられているとする。



導体棒に外力を加えて，レールに対して垂直を保ちながら，一定の速さ v で水平方向右向きに運動させる。
このとき，導体棒が時間 Δt あたりに通過する部分の面積 ΔS は，右図の斜線部分だから，



$$\Delta S = l \times v \cdot \Delta t$$

ここを貫く磁束は

$$\Delta \Phi = B \cdot \Delta S = Blv \cdot \Delta t$$

よって導体棒に生じる誘導起電力の大きさは，
ファラデーの電磁誘導の法則より

$$V = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{Blv \cdot \Delta t}{\Delta t} = \underline{\qquad}$$

復習
ファラデーの電磁誘導の法則
$$V = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

次に，導体棒が起電力 Blv の電池となり，それに抵抗が1つつながっていると考える。そうすると，電流の大きさは，

$$I = \frac{V}{R} = \underline{\qquad}$$

誘導起電力と誘導電流の向きは，レンツの法則と右ねじの法則で考えて，導体棒の Q → P の向き。

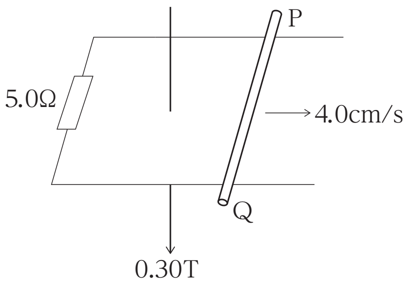
重要
$V = Blv$

まとめ

磁束の変化を出し，ファラデーの電磁誘導の法則をつかう。
導体棒に生じる誘導起電力の大きさは Blv

Chapter3　演習問題

図のように，水平面上に間隔 10cm の導体レールを固定し，5.0 Ωの抵抗をつないでおく。2 本のレールに接したまま導体棒を一定の速さ 4.0cm/s で運動させる。ただし，レールと導体棒は常に垂直を保って運動するものとする。この空間内には磁束密度 0.30T の磁場が鉛直下向きにかけてある。



問 1　導体棒に生じる誘導起電力の大きさを求めよ。

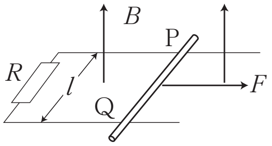
問 2　導体棒に流れる電流と向きを求めよ。

問 3　抵抗で消費される電力を求めよ。

< Note >

第14講 PART2 確認問題

問1 図のように，鉛直上向きの磁束密度 B の一様な磁場内の水平面上に，2 本の電気をよく通すレールを距離 l の間隔で平行に敷き, 抵抗値 R の抵抗で直列に接続している。また, レールに垂直に導体棒 PQ を置き，レールに沿って右向きに一定の大きさ F の力で引っ張り続けたところ，やがて導体棒の速さは v で一定になった。



(1) 導体棒の速さが一定になったとき，導体棒に生じる誘導起電力の大きさとして最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

① $\dfrac{1}{vBl}$　② $\dfrac{l}{vB}$

③ $\dfrac{Bl}{v}$　④ vBl

(2) 導体棒の速さが一定になったとき，導体棒に流れる電流の大きさとして最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

① $\dfrac{vBl}{R}$　② $\dfrac{vB}{lR}$

③ $\dfrac{v}{BlR}$　④ $\dfrac{1}{vBlR}$

(3) 導体棒の速さが一定になったとき，導体棒に流れる電流の向きとして最も適当なものを，①，②のうちから一つ選べ。

① P → Q　② Q → P

(4) 導体棒の速さが一定になったとき，導体棒が磁場から受ける力の大きさとして最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

① $\dfrac{vB^2l}{R}$　② $\dfrac{vB^2l^2}{R}$

③ $\dfrac{R}{vB^2l}$　④ $\dfrac{R}{vB^2l^2}$

(5) 導体棒の速さが一定になったとき，抵抗の消費電力として最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

① $\dfrac{v^2B^2l^2}{R}$　② $\dfrac{v^2B^2l^2}{R^2}$

③ $\dfrac{R}{v^2B^2l^2}$　④ $\dfrac{R^2}{v^2B^2l^2}$

第 14 講　電磁誘導と交流回路

PART1　電磁誘導

2.7×10^{-3} V

PART2　電磁誘導の例

問 1　1.2×10^{-3} V

問 2　2.4×10^{-4} A　　向き：Q → P

問 3　2.9×10^{-7} W

PART3　コイル

15 V

PART4　相互誘導と変圧器

問 1　4.0 H

問 2　ア　$\dfrac{N_2}{N_1}V_{1e}$

イ　$\dfrac{N_1}{N_2}I_{1e}$

ウ　$\left(\dfrac{N_1}{N_2}I_{1e}\right)^2 R_L$

PART5　交流発電機

1.0 V

PART6　交流と抵抗

問 1　2.0 A

問 2　2.0×10^2 W

PART7　交流とコイル

問 1　20 Ω

問 2　5.0 A

問 3　0 W

PART8　交流とコンデンサー

問 1　1.0 Ω

問 2　1.0×10^2 A

問 3　0 W

PART9　電気振動

問 1　CE

問 2　$2\pi\sqrt{LC}$

問 3　$E\sqrt{\dfrac{C}{L}}$

第 14 講　PART2　確認問題　解答

問 1

(1)　④

解説：

導体棒に生じる誘導起電力の大きさは，$V = vBl$

(2)　①

解説：

オームの法則より，$I = \dfrac{V}{R} = \dfrac{vBl}{R}$

(3)　①

解説：

上向きの磁束を打ち消す向きに誘導電流が流れるので，

右ねじの法則より P → Q

(4)　②

解説：

導体棒に流れる電流が磁場から受ける力は，

$$F = IBl = \frac{vBl}{R} \times Bl = \frac{vB^2l^2}{R}$$

(5)　①

解説：

抵抗の消費電力は，

$$P = I^2R = \left(\frac{vBl}{R}\right)^2 \times R = \frac{v^2B^2l^2}{R}$$